昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, January 2008, 51(1):33 - 39 ISSN 0454-6296

部分葡萄品种和砧木抗葡萄根瘤蚜性能鉴定

杜远鹏[1],王兆顺[1],孙庆华[1],翟 衡[1,*],王忠跃[2]

(1. 山东农业大学园艺科学与工程学院,作物生物学国家重点实验室,山东泰安 271018;
2. 中国农业科学院植物保护研究所,北京 100094)

摘要:为了检测我国葡萄品种和砧木对中国生态型葡萄根瘤蚜 *Daktulosphaira viticola*(Fitch)的抗性,在实验室条件下采用离体根接种法鉴定了10个葡萄砧木、18个葡萄栽培品种,测定了根瘤蚜存活率、发育历期、产卵量、种群龄期结构指数和成虫大小等指标。结果表明:砧木品种SO4,5BB,1103P,420A,Lot,101-14MG,3309C,140Ru和110R抗根瘤蚜,接种后蚜虫陆续死亡,尤其是SO4,5BB,1103P和420A对根瘤蚜高抗,使根瘤蚜滞育仅发育至1龄。我国当作砧木使用的贝达不抗根瘤蚜,接种后蚜虫存活率始终保持在38.82% ~ 47.5%,日产卵量达9.01;欧美杂交种中的康克、康拜尔和卡它巴对根瘤蚜稍有抗性,根瘤蚜日产卵量在6.00 ~ 6.85粒之间,其中康克、康拜尔葡萄上蚜虫的存活率随时间的延长而明显降低,由最初的60%下降至25% ~ 30%;欧美杂交种中的黑虎香和白香蕉虽然在一定程度上能够限制根瘤蚜的存活和发育进程,但对根瘤蚜的繁殖量没有影响。所有供试欧亚种和欧美杂交种的栽培品种都对根瘤蚜高度敏感,接种后第29 d蚜虫存活率仍保持在40% ~ 60%,且前后变化较小,日产卵量变化于7 ~ 12.35粒之间,总产卵量均在190粒以上。由此可见,我国供试栽培品种均不抗根瘤蚜,在根瘤蚜疫区需要用抗性砧木嫁接苗建园。

关键词:葡萄根瘤蚜;葡萄品种;砧木;抗性

中图分类号:S663.1 **文献标识码**:A **文章编号**:0454-6296(2008)01-0033-07

Evaluation on grape phylloxera resistance in several grape varieties and rootstocks

DU Yuan-Peng[1], WANG Zhao-Shun[1], SUN Qing-Hua[1], ZHAI Heng[1,*], WANG Zhong-Yue[2] (1. State Key Laboratory of Crop Biology, College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; 2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: In this study, laboratory bioassays were carried out for rapid initial evaluation on the resistance of 10 grape rootstocks and 18 cultivars to Chinese biotypes of grape phylloxera, *Daktulosphaira viticola* (Fitch). The survival ratio, developmental duration, egg number and index for population age constitution were evaluated. The results showed that rootstocks including SO4, 5BB, 1103P, 420A, Lot, 101-14MG, 3309C, 140Ru and 110R were resistant to phylloxera. On highly resistant rootstocks SO4, 5BB, 1103P and 420A, the development of phylloxera arrested at the very early stage. Beta frequently used as rootstock in China was susceptible to phylloxera. Phylloxera survived at 38.82% ~ 47.5% and produced 9.01 eggs per day on Beta, while the corresponding values were 25% ~ 30% on concord and compbell and 6.00 ~ 6.85 eggs per day on concord, campbell and catawba. Both Hei Huxiang and White Banana of *Vitis vinifera* - *V. amerancain* were susceptible to phylloxera, on which phylloxera yielded more than 190 eggs totally despite their survival was down-regulated and development arrested to some extent. All *V. vinifera* and cross cultivars of *V. vinifera* - *V. amerancain* tested were highly susceptible, on which phylloxera survival rate remained 40% ~ 60% in 29 days after inoculation, and relatively stable thereafter. In parallel, phylloxera produced 7 ~ 12.35 eggs per day

---

基金项目:农业部2006年病虫害疫情监测与防治项目和2007年公益性行业(农业)科研专项经费资助(nyhyzx07-27)

作者简介:杜远鹏,女,1982年生,山东蓬莱人,博士研究生,研究方向葡萄抗性生理,E-mail:001duzi@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail:hengz@sdau.edu.cn

收稿日期 Received:2007-10-25;接受日期 Accepted:2007-12-09

and summed up to the total of 190 eggs. It was concluded that all cultivars tested were susceptible to grape phylloxera, and thus resistant rootstocks were necessary in the phylloxera epidemic region.

Key words: Grape phylloxera; grape cultivars; rootstocks; resistance

葡萄根瘤蚜 *Daktulosphaira viticola*（Fitch）属同翅目根瘤蚜科，是葡萄上的专性寄生害虫。18 世纪根瘤蚜从北美传入欧洲，对欧洲葡萄造成了毁灭性为害，催生了 1881 年世界上第一个防止危险性有害生物传播的国际条约《葡萄根瘤蚜（芽）公约》的出现，并于 1929 年在罗马修改为《国际植物保护公约》。根瘤蚜是世界上第一个检疫性有害生物，是我国公布的《中华人民共和国进境植物检疫危险性病、虫、杂草名录》中规定的二类危险害虫（王守聪和钟天润，2006）。

在欧亚种葡萄遭到灭顶之灾后，欧洲葡萄主产国花费了几十年时间进行抗根瘤蚜砧木育种，目前世界葡萄生产国除中国、智利外，都普遍实施了抗砧嫁接生产（杜远鹏等，2007）。生产上普遍使用的砧木大多数来自冬葡萄 *Vitis belandieri*、沙地葡萄 *V. rupestris* 及河岸葡萄 *V. riparia* 的种间杂交种。Boubals（1966a）根据根瘤的多少对砧木抗性进行了分级，发现冬葡萄对根瘤蚜抗性最强，抗性定为 0 或 1 级，其次是河岸葡萄和沙地葡萄，为 1 级。冬葡萄分别与沙地葡萄和河岸葡萄杂交，后代抗性大部分为 1 级，而河岸葡萄和沙地葡萄杂交后代大部分为 2 级。三者与欧亚种葡萄杂交后代大多数丧失抗性。

我国自 2005 年 6 月在上海嘉定马陆镇发现葡萄根瘤蚜为害以来（叶军等，2006），已经在南北方多个地区发现葡萄根瘤蚜，危害品种以欧美杂交种巨峰系为主。本试验采用离体接种法鉴定了生产上常用的欧亚种、欧美杂交种品种以及引进的抗性砧木对我国发生的根瘤蚜的抗性，以期引起各方面的重视。

1　材料与方法

1.1　试材

供试葡萄品种见表 1，包括欧亚种酿酒葡萄品种 3 个（赤霞珠、蛇龙珠和霞多丽）、鲜食葡萄品种 7 个（龙眼、无核白鸡心、红地球、克瑞森、美人指、矢富罗莎和达米娜），欧美杂交种葡萄品种 8 个（京亚、巨峰、峰后、康拜尔、康克、黑虎香、白香蕉和卡它巴），康克和河岸葡萄的杂交后代贝达，砧木品种 9 个（SO4，5BB，1103P，420A，Lot，101-14MG，3309C，140Ru 和 110R）。

1.2　实验方法

根瘤蚜取自陕西霸桥，借鉴 Granett 等（1987）的方法，选取粗度约为 0.3 ~ 0.5 cm 的葡萄根剪成长约 4 cm 的根段，每一品种取 20 条根段，每一根段上接种 10 粒 2 ~ 3 d 虫卵，放在 24℃ 恒温培养箱中暗培养。每一根段为一重复；接种后定期统计各龄期根瘤蚜数量及产卵量，统计包括根瘤和根结在内的总侵染量（根瘤是指根瘤蚜在木质化根表面形成的瘤状突起，根结是指根瘤蚜在新根根尖上形成的鸟头状膨大节结）；每品种取 5 ~ 10 条根段（视繁殖量）随机各取 1 头根瘤蚜成虫，通过 Olympus SZX12 荧光显微镜进行测量并照相。

1.3　数据处理

种群龄期结构指数（population age structure index）PASI 采用公式 $PASI = \Sigma p_x w_x$ 进行计算（Omer，1999），其中 p_x 代表每一条根段上 1 ~ 5 龄期根瘤蚜的数量，w_x 代表龄期；发育历期（developmental duration）以 $(A_m * m + A_n * n + A_p * p \cdots)/(m + n + p + \cdots)$ 来计算（Kocsis，1999），其中 $A_{m,n,p}\cdots$ 分别表示在第 m, n, p 天时成虫的数量；种群倍增时间 $DT = \ln(2)/r_m$，内禀增长率 r_m 是指具有稳定年龄结构的种群，在食物与空间不受限制，同种其他个体的密度维持在最适水平，环境中没有天敌，并在某一特定的温度、湿度、光照和食物性质的环境条件组配下，种群的最大瞬时增长率，由公式 $\sum e^{-rm*x} l_x m_x = 1$ 采用精确算法求出精确 r_m，其中 x 为以 1 d 为单位时间间隔，lx 表示任一个体在 x 期间得以存活的概率，m_x 是在 x 期间平均每头根瘤蚜的产卵数。

2　结果与分析

2.1　葡萄根瘤蚜在不同品种上的存活率比较

葡萄根瘤蚜在欧亚种葡萄上存活率很高（表 1），接种后 9 d 时不同品种变化于 46.5% ~ 73.53% 之间，以红地球和霞多丽上的存活率稍低，但均较稳定，接种后 29 d 比 9 d 存活率降低 1.43% ~

18.40%。

根瘤蚜在欧美杂交种中的巨峰、京亚和峰后上存活率较高，变化于 48.18% ~ 66.5%，且较稳定，29 d 比 9 d 下降了 12.72% ~ 23.21%；在欧美杂交种中的康可、康拜尔、白香蕉和黑虎香上存活率也很高，但随接种时间的延长急剧下降，至 29 d 存活率下降了约一半。而在卡它巴上的存活率较低且稳定，接种后 9 d 时为 38%，第 29 d 比第 9 d 仅下降了 15.39%。

根瘤蚜在贝达上存活率较高，接种后第 9 d 为 47.5%，波动较小，第 29 d 比第 9 d 下降了 18.27%。

根瘤蚜在引进的砧木品种上存活率较低，接种后 9 d 时变化于 29.17% ~ 47%，且随时间延长存活率急剧下降，尤其是在 SO4，5BB，1103P，420A 和 101-14 上，第 29 d 比第 9 d 分别下降了 97.56%，96.45%，85.93%，82.86%和 78.14%。

表 1　葡萄根瘤蚜在不同类型葡萄上的存活率(%)

Table 1　Survival rate of grape phylloxera on different grape varieties

葡萄类型 Varieties		存活率 Survival rate (%)			
		9 d	18 d	25 d	29 d
欧亚种 *V. vinifera*	龙眼 Postharvest Longan	73.53 ± 2.19a	72.35 ± 6.56a	70.00 ± 5.77a	60.00 ± 5.00ab
	白鸡心 Centennial Seedless	69.42 ± 5.61a	62.31 ± 4.53ab	59.09 ± 5.65a	57.14 ± 2.51ab
	克瑞森 Crimson	64.44 ± 3.34a	64.00 ± 4.16a	64.00 ± 4.16a	63.52 ± 1.77a
	美人指 Minicure Finger	62.00 ± 6.43a	60.83 ± 4.79ab	60.75 ± 4.82a	59.68 ± 5.68ab
	矢富罗莎 Yatomi Rosa	60.59 ± 5.32ab	59.00 ± 6.11ab	58.67 ± 6.26a	57.82 ± 6.39ab
	达米娜 Tamina	60.58 ± 5.61ab	56.67 ± 6.68ab	56.67 ± 6.68a	52.34 ± 4.67ab
	赤霞珠 Cabernet Sauvignon	58.33 ± 5.97ab	55.83 ± 7.11ab	55.83 ± 7.11a	54.38 ± 5.01ab
	蛇龙珠 Cabernet Gernischet	53.08 ± 8.94abcd	54.62 ± 7.85ab	54.51 ± 7.91a	52.16 ± 4.70ab
	霞多丽 Chardonnay	48.33 ± 8.60abcd	47.50 ± 9.46ab	47.24 ± 9.56ab	46.58 ± 6.21abcd
	红地球 Red Globe	46.50 ± 9.50abcd	42.50 ± 9.84ab	42.01 ± 8.06abcd	41.57 ± 4.75bcd
欧美杂交种 *V. vinifera*-*V. amerancain*	京亚 Jing Ya	66.50 ± 6.73a	60.50 ± 4.92ab	59.67 ± 5.27a	58.04 ± 5.30ab
	巨峰 Kyoho	66.00 ± 6.00a	54.00 ± 8.19ab	51.00 ± 9.85a	50.68 ± 5.01abcd
	白香蕉 White Banana	64.38 ± 4.11a	54.00 ± 8.19ab	49.33 ± 7.78a	36.00 ± 7.77bcd
	峰后 Feng Hou	62.35 ± 4.24a	46.00 ± 9.85ab	44.29 ± 7.57abc	40.00 ± 5.29bcd
	康拜尔 Campbell	65.95 ± 7.03a	40.33 ± 8.02sb	32.00 ± 2.52bcde	29.17 ± 9.64d
	康克 Concord	59.15 ± 5.63ab	34.38 ± 7.91bcd	29.00 ± 3.00bcde	25.56 ± 8.26d
	黑虎香 Hei Huxiang	58.25 ± 3.50abc	54.40 ± 7.97ab	46.88 ± 6.16a	30.71 ± 9.00cd
	卡它巴 Catawba	38.00 ± 5.29de	38.00 ± 8.02abc	36.00 ± 4.16bcde	32.15 ± 6.75bcd
砧木品种 Rootstocks	贝达 Beta	47.50 ± 8.78abcd	45.42 ± 9.96ab	44.71 ± 7.39a	38.82 ± 6.72e
	5BB	47.00 ± 3.61cde	17.50 ± 6.61cd	10.83 ± 4.59e	1.67 ± 1.17e
	3309C	43.33 ± 4.29bcde	22.50 ± 3.69cd	21.50 ± 6.83de	16.00 ± 3.06e
	Lot	42.50 ± 4.82cde	23.33 ± 5.09cd	20.83 ± 7.19de	17.50 ± 4.09e
	SO4	41.00 ± 4.36cde	12.00 ± 6.56d	7.00 ± 6.81e	1.00 ± 2.31e
	101-14MG	37.69 ± 5.41de	32.94 ± 8.57bcd	27.65 ± 4.44cde	8.24 ± 2.54e
	140Ru	37.50 ± 5.48de	26.41 ± 5.07cd	23.15 ± 5.96de	16.00 ± 4.51e
	110R	35.00 ± 6.51de	22.50 ± 5.20cd	20.68 ± 7.78de	15.82 ± 2.68e
	1103P	30.48 ± 4.76e	16.19 ± 4.42d	10.00 ± 5.77e	4.29 ± 3.11e
	420A	29.17 ± 5.45e	15.00 ± 5.00d	10.00 ± 4.62e	5.00 ± 3.79e

表中数据为平均值 ± 标准差；同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上的差异显著性。下同。Data were mean ± *SD*；the data within a column followed by different small letters show significant difference at 5% level. The same below

2.2　葡萄根瘤蚜由卵发育至成虫的历期及龄期结构指数

葡萄根瘤蚜在不同类型葡萄根系上由卵发育至成虫的历期明显不同(表 2)。在砧木 140Ru，110R，101-14 和 3309C 上的发育历期较长，约需 28 ~ 30 d，其中在 5BB，SO4，1103P 和 420A 上取食的根瘤蚜仅能发育至 1 龄，不能形成完整的生活史；而在贝达上的发育历期较短(24.71 d)；在欧美杂交种康克、康拜尔、卡它巴、白香蕉和黑虎香上的发育历期略长(25 ~ 28 d)；在其他欧美杂交种及欧亚种葡萄上发育历期较短，不同品种变化于 22 ~ 25 d 之间。

龄期结构指数 PASI 是反映各龄期发育快慢的指标，在欧亚种葡萄发育最快，接种 9 d 时克瑞森和达米娜的龄期结构指数分别为 1.78 和 1.67，说明在此二者根段上已有超过半数的根瘤蚜发育至 2 龄；18 d 时大部分品种根段上的根瘤蚜已发育至 4 龄，其中取食霞多丽，赤霞珠，矢富罗莎和蛇龙珠的根瘤蚜由 2 龄至 3 龄的历期较长，但 3 龄至 4 龄发育迅

速。在欧美杂交种中,根瘤蚜在巨峰和京亚上发育较快,与欧亚种相当;在康克,康拜尔,卡它巴,白香蕉和黑虎香上发育进程较慢,其中卡它巴和黑虎香4个调查时期的PASI平均值比巨峰分别小0.71和0.88。

在贝达上根瘤蚜发育速度介于欧亚种和欧美杂交种之间。根瘤蚜在各种砧木上发育进程最慢,其中,5BB,SO4,1103P和420A在整个调查时期根瘤蚜均仅发育至1龄,PASI值始终为1。

表2 根瘤蚜在不同类型葡萄品种上由卵发育至成虫的历期及龄期结构指数比较

Table 2 Developmental duration and population age structure index for grape phylloxera on different grape varieties

类型 Varieties		发育历期(d) Developmental duration from egg to adult	龄期结构指数 Population age structure index				
			9 d	15 d	18 d	25 d	29 d
欧亚种 *V. vinifera*	克瑞森 Crimson	21.98±1.01e	1.78±0.08a	3.26±0.08a	4.26±0.16a	4.86±0.07a	4.97±0.02a
	达米娜 Tamina	22.17±0.92e	1.67±0.06a	3.17±0.05a	4.29±0.15a	4.69±0.16a	5.00±0.00a
	红地球 Red Globe	22.39±0.81e	1.22±0.10b	3.39±0.20a	4.33±0.15a	4.60±0.21a	4.97±0.02a
	赤霞珠 Cabernet Sauvignon	22.42±0.80e	1.03±0.14bc	2.11±0.15bcd	2.65±0.19bcd	4.98±0.05a	5.00±0.00a
	白鸡心 Centennial Seedless	22.50±0.76e	1.01±0.15bc	2.72±0.25abc	4.29±0.15a	4.81±0.10a	5.00±0.00a
	美人指 Minicure Finger	22.53±0.75e	1.00±0.01c	2.62±0.23abc	4.14±0.19a	4.64±0.19a	4.82±0.10a
	龙眼 Postharvest Longan	22.71±0.67e	1.00±0.03c	2.50±0.26ab	4.27±0.16a	4.63±0.07a	5.00±0.00a
	蛇龙珠 Cabernet Gernischet	24.16±1.00de	1.00±0.08c	2.39±0.31abc	2.60±0.21bcd	4.86±0.32a	5.00±0.00a
	矢富罗莎 Yatomi Rosa	24.26±0.90de	1.00±0.12bc	2.38±0.32abc	2.84±0.10bcd	4.41±0.09ab	4.92±0.05a
	霞多丽 Chardonnay	24.62±0.77de	1.00±0.08c	2.09±0.15bcd	2.45±0.28cd	4.83±0.18a	5.00±0.00a
欧美杂交种 *V. vinifera*-*V. amerancain*	峰后 Feng Hou	22.01±0.68e	1.06±0.12bc	1.83±0.14cde	2.76±0.16bcd	3.85±0.24bcd	4.75±0.14a
	京亚 Jing Ya	22.21±0.68e	1.01±0.08c	2.06±0.16bcd	3.51±0.20abc	4.26±0.20abcd	4.84±0.09a
	巨峰 Kyoho	24.52±0.50de	1.00±0.10c	1.74±0.19de	3.81±25ab	4.11±0.16abcd	4.83±0.10a
	白香蕉 White Banana	25.30±0.52cde	1.00±0.11c	1.62±0.26de	2.11±0.47d	3.16±0.25de	4.46±0.28ab
	康克 Concord	25.31±0.86cde	1.00±0.00c	1.32±0.43de	2.61±0.20bcd	4.13±0.020abcd	4.38±0.22abc
	黑虎香 Hei Huxiang	25.46±0.55bcd	1.00±0.00c	1.56±0.29de	2.07±0.48d	2.46±0.28ef	4.02±0.28bcd
	康拜尔 Campbell	27.77±0.50b	1.00±0.00c	1.12±0.20ef	1.99±0.52d	3.69±0.26cd	4.71±0.17a
	卡它巴 Catawba	25.46±0.51de	1.00±0.00c	1.21±0.17ef	2.29±0.41d	3.43±0.20de	4.00±0.29bcd
砧木品种 Rootstocks	贝达 Beta	24.71±0.74de	1.00±0.01c	2.05±0.16bcd	2.66±0.19bcd	4.08±0.21abcd	4.53±0.25ab
	140Ru	27.67±0.58b	1.00±0.00c	1.60±0.27de	2.34±0.39d	3.50±0.15d	4.35±0.33ab
	110R	27.50±0.67b	1.00±0.00c	1.54±0.30de	2.06±0.49d	2.50±0.10ff	3.14±0.70de
	Lot	27.67±0.74b	1.00±0.00c	1.56±0.29de	1.82±0.59d	3.16±0.12de	3.65±0.54cd
	3309C	28.47±0.63a	1.00±0.00c	1.38±0.39de	1.63±0.59d	2.14±0.16f	2.47±0.27f
	101-14MG	30.45±0.58a	1.00±0.00c	1.27±0.46de	1.64±0.58d	2.14±0.20f	2.86±0.22ef
	5BB	—	1.00±0.00c	1.00±0.00f	1.00±0.00e	1.00±0.00g	1.00±0.00g
	SO4	—	1.00±0.00c	1.00±0.00f	1.00±0.00e	1.00±0.00g	1.00±0.00g
	1103P	—	1.00±0.00c	1.00±0.00f	1.00±0.00e	1.00±0.00g	1.00±0.00g
	420A	—	1.00±0.00c	1.00±0.00f	1.00±0.00e	1.00±0.00g	1.00±0.00g

2.4 根瘤蚜在不同类型葡萄上的产卵量比较

葡萄根瘤蚜在所有欧亚种葡萄、欧美杂交种中的巨峰、京亚、峰后、白香蕉和黑虎香上的产卵量较高(图1),其中在龙眼、达米娜、克瑞森、巨峰上总产卵量分别达到308.75,303.5,268.32和248.17粒,日产卵量分别达到12.35,12.14,10.32,10.79粒。在康克、康拜尔和卡它巴上根瘤蚜总产卵量较低,在92.12~123.80粒之间,日产卵量在6~6.85粒之间。在贝达上总产卵量为216.24,日产卵量达9.01粒。

在砧木Lot,140Ru,110R,101-14MG和3309C上的根瘤蚜总产卵量极少,在30~60粒之间,日产卵量为2~4粒。在5BB,SO4,1103P和420A上根瘤蚜不能发育至成虫产卵。

从图1中还可以看出,根瘤蚜在欧亚种,欧美杂交种巨峰,京亚,峰后,白香蕉,黑虎香和砧木贝达上日产卵量和总产卵量相符,这是因为根瘤蚜在上述品种上的产卵期较长(24~29 d);而在欧美杂交种中的康拜尔和卡它巴及砧木Lot,140Ru,110R,101-14MG和3309C上总产卵量与日产卵量不相符,原因是根瘤蚜在这些品种上能够产卵的时间较短(12~17 d)。

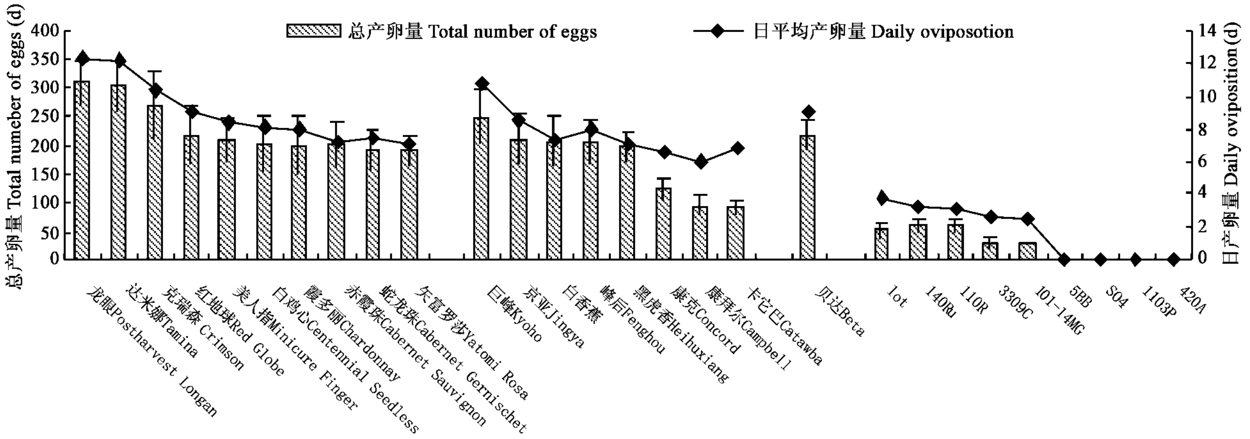

图 1　葡萄根瘤蚜产卵量比较

Fig. 1　Phylloxera eggs laid on different grape varieties

2.5　根瘤蚜成虫大小及试材的抗性分级

根瘤量及种群倍增时间是判断葡萄对根瘤蚜抗性能力的两个重要指标。在欧亚种、欧美杂交栽培品种及贝达上，70%以上的根瘤蚜侵染主根，形成根瘤；在偏美洲种的康拜尔和卡它巴上主要侵染毛细新根形成根结，形成根瘤的量分别占 30.6%，40.0%，而在康克上形成根瘤的比例仅 13.8%；以上这些品种的种群倍增时间均小于 12；而砧木品种接种后形成根瘤的量变化于 0～20%，且种群倍增时间均大于 12 或不能形成完整生活史（表 3）。

按照 Boubals（1966a）和 Granett 等（1987）分级标准，所有欧亚种、欧美杂交种中的栽培品种及砧木贝达均对根瘤蚜敏感，Boubals 分级结果为 3 级，Granett 等分级结果为 S；国外引进的砧木品种均对根瘤蚜抗或高抗，140Ru，110R，Lot，3309C 和 101-14M 依据 Boubals 抗性级别为 1 级，Granett 等抗性级别为 R；SO4，5BB，1103P 和 420A 依据 Boubals 抗性级别为 0，Granett 等抗性级别为 1 级；而康克，依据 Boubals 分级标准抗性级别为 1 级，康拜尔、卡它巴为 2 级，依据 Granett 等分级标准三者抗性级别均为 S（表 3）。

根瘤蚜取食欧亚种和欧美栽培品种发育的成虫均较大，成虫体长变化于 0.78～1.13 mm，体宽变化于 0.63～0.79 mm，其中以达米娜、克瑞森和红地球较大；取食贝达的根瘤蚜发育的成虫也较大，体长 0.79 mm，体宽 0.65 mm；取食欧美杂交品种康克、卡它巴、康拜尔、砧木 Lot，140Ru 和 110R 的根瘤蚜发育的成虫稍小，体长变化于 0.72～0.76 mm，体宽变化于 0.57～0.64 mm；而取食 3309C 和 101-14 的根瘤蚜取食发育的成虫最小，体长分别为 0.63 mm 和 0.71 mm，体宽为 0.43 mm 和 0.42 mm（表 3）。取食砧木 SO4，5BB，1103P 和 420A 的根瘤蚜均不能正常发育为成虫。

3　讨论

Granett 等（1987）首先采用离体接种和田间试验相结合的方法对砧木品种进行抗性鉴定，发现离体接种法试验结果与田间情况相符。他将砧木种植于根瘤蚜侵染地块，2 年后发现离体接种法鉴定为敏感的、具有欧亚种亲缘关系的砧木品种一半植株已枯死，其他的树体矮小，树势极弱。据 Boubals（1966b）抗性分级为 2 的砧木类型比抗性级别为 1 的砧木树势弱一倍，证明了离体接种法可以较准确的反映砧木对根瘤蚜的抗性水平。葡萄根瘤蚜已经在我国局部发生并呈蔓延之势，本试验采用的离体根段接种法可以迅速鉴定品种对根瘤蚜的抗性而不对周边环境造成污染（Omer *et al.*，1999），实验微环境可提供根瘤蚜生长发育的理想条件（John *et al.*，1993），实验方法直观、简便，试验结果与田间实际情况非常一致（King *et al.*，1982）。

Boubals（1966a）抗性分级法的依据是根瘤蚜的侵染部位，仅侵染毛细新根和愈伤组织而产生根结的为害程度要远远小于既侵染新根又侵染老根的类型，寄主的生长根和输导根被侵染后由于后继微生物的侵入很容易造成腐烂而丧失功能，因此危害很大。Granett 等（1987）抗性分级标准则依据根瘤蚜种群倍增时间来划分。二者虽然抗性分级指标不同，但分级结果大致相符。从鉴定的直观、简便角度来看，本研究推荐使用 Boubals 的根瘤分级法，虽然 Boubals 未提出明确的根瘤量标准确定抗性级别，但

表 3 不同类型葡萄上根瘤蚜成虫大小及试材抗性分级

Table 3 Adult size for phylloxera on different grape roots and class of grape resistance

类型 Varieties		种群倍增时间(d) Doubling time	根瘤占总侵染量比例(%) Tuberosities	抗性分级 Resistance class		成虫大小 Adult size (mm)	
				Granett's ratings	Boubals's ratings	长度 Length	宽度 Width
欧亚种	达米娜 Tamina	5.7d	95.2a	S	3	1.13 ± 0.03a	0.79 ± 0.02a
V. vinifera	红地球 Red Globe	6.8d	70.6b	S	3	0.92 ± 0.02ab	0.72 ± 0.01ab
	赤霞珠 Cabernet Sauvignon	6.6d	94.6a	S	3	0.84 ± 0.03bc	0.66 ± 0.02ab
	白鸡心 Centennial Seedless	6.2d	71.9b	S	3	0.87 ± 0.03bc	0.67 ± 0.02ab
	美人指 Minicure Finger	6.3d	77.3ab	S	3	0.82 ± 0.02bc	0.68 ± 0.03ab
	龙眼 Postharvest Longan	5.1d	76.7ab	S	3	0.79 ± 0.01bcd	0.64 ± 0.01ab
	蛇龙珠 Cabernet Gernischet	6.5d	95.1a	S	3	0.80 ± 0.01bc	0.65 ± 0.01ab
	矢富罗莎 Yatomi Rosa	6.6d	94.7a	S	3	0.78 ± 0.02bcd	0.63 ± 0.01ab
	霞多丽 Chardonnay	6.8d	96.2a	S	3	0.81 ± 0.02bc	0.65 ± 0.02ab
欧美杂交种	京亚 Jing Ya	6.3d	96.2a	S	3	0.86 ± 0.03bc	0.65 ± 0.01ab
V. vinifera-	巨峰 Kyoho	6.1d	94.6a	S	3	0.81 ± 0.02bc	0.63 ± 0.02ab
V. amerancain	白香蕉 White Banana	5.4d	85.1ab	S	3	0.82 ± 0.06bc	0.65 ± 0.03ab
	康克 Concord	7.0c	13.8d	S	1	0.76 ± 0.04bcd	0.63 ± 0.03ab
	黑虎香 Hei Huxiang	6.3d	72.7b	S	3	0.78 ± 0.02bcd	0.64 ± 0.01ab
	康拜尔 Campbell	6.9c	30.6c	S	2	0.72 ± 0.04bcd	0.58 ± 0.02abc
	卡它巴 Catawba	6.9c	40.0c	S	2	0.74 ± 0.05bcd	0.62 ± 0.04ab
砧木品种	贝达 Beta	6.1d	70.2b	S	3	0.79 ± 0.04bcd	0.65 ± 0.03ab
Rootstocks	140Ru	12.4b	12.1d	R	1	0.74 ± 0.05cd	0.57 ± 0.02bc
	110R	12.8b	19.8d	R	1	0.75 ± 0.03cd	0.63 ± 0.02ab
	Lot	13.5b	20.0d	R	1	0.75 ± 0.06cd	0.62 ± 0.03ab
	3309C	14.4a	20.0d	R	1	0.63 ± 0.06d	0.43 ± 0.01c
	101-14MG	13.5b	13.4d	R	1	0.71 ± 0.03cd	0.42 ± 0.02c
	SO4	–	–	I	0	–	–
	5BB	–	–	I	0	–	–
	1103P	–	–	I	0	–	–
	420A	–	–	I	0	–	–

Boubals 的分级标准依据形成根瘤与根结的数量,从 0(高抗) ~ 3(高感),0 和 1 级表示抗性较高,2 表示低抗,3 表示敏感。Granett 的分级标准为:当种群倍增时间 DT < 12 时,认为 S(敏感),种群倍增时间 DT > 12 时,认为 R(抗),当不存在种群倍增时间时认为 I(免疫)。Boubals's ratings (3), from 0 (most resistant) to 3 (most susceptible), Classes 0 and 1 indicate high resistance; Class 2 indicates low resistance; Class 3 indicates susceptibility. Ratings of Granett *et al*. (8), R = Resistant (DT > 12); S = Susceptible (DT < 12); I = Immune (no DT)

通过本试验结合 Granett 等的分级结果可以认为,根瘤占总侵染量百分比 < 20% 时抗性级别确定为 0,20% ~ 40% 为 1 级,40% ~ 70% 为 2 级,> 70% 为 3 级。田间快捷诊断即如果根瘤蚜既侵染新根形成根结,又侵染大根形成根瘤即可以判断为不抗根瘤蚜;如果仅形成根结而不侵染大根形成根瘤则可判断为抗根瘤蚜,如果新、老根均不能构成侵染则为高抗。

存活率是根瘤蚜侵染根系的基数。早期国外研究表明抗性品种能够显著抑制根瘤蚜的存活率(Makee *et al*.,2004;Omer,1999);而产卵量是根瘤蚜侵染繁殖的基数,Granett 等(1987)报道中指出根瘤蚜在敏感性品种上的产卵量明显高于抗性砧木,Makee 等(2004)证明抗性砧木能够通过影响根瘤蚜取食而抑制其产卵。在实验室条件下鉴定的根瘤蚜存活率和产卵量是 2 个基本指标,结合根瘤形成量可以增加判断的准确性。

综合本试验结果可知,我国现行栽培的欧亚种及欧美杂交种品种均对根瘤蚜非常敏感,在根瘤蚜疫区不能够自根栽培;在我国北方和西部地区当作抗寒砧木推广使用的贝达,是美国早期育成的鲜食品种,其亲本中有部分欧亚种亲缘关系(*V. vinifera-V. amerancain-V. riparia*),因此对根瘤蚜很敏感,建议不再作为砧木推广应用。目前世界葡萄生产上推广应用的砧木,特别是来自冬葡萄和河岸葡萄、沙地葡萄的种间杂交种砧木对根瘤蚜有较强的抗性,可以在疫区以及今后的建园发展中结合当地的生态条件考虑选择应用。

致谢 供试葡萄部分品种分别取自莒县葡萄研究所及郑州果树研究所葡萄资源圃;山东农业大学园艺

科学与工程学院 2003 级本科生郑秋玲、杨阳和赵青对实验提供了大力帮助，郝玉金教授对英文进行了修改，在此一并致以衷心的感谢。

参 考 文 献（References）

Boubals D，1966a. Étude de la distribution et des causes de la resistance au phylloxera radicicole chez les Vitacées. *Annales de l' Amélioration des Plantes*，16：145－184.

Boubals D，1966b. Heredite de la resistance au phylloxera radicicole chez la vigen. *Annales de l' Amélioration des Plantes*，16(4)：327－347

Du YP，Zhai H，Wang ZY，Wang ZS，Sun QH，2007. Recent advances in phylloxera-resistant rootstock（Ⅰ）. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*，3：25－29.［杜远鹏，翟衡，王忠跃，王兆顺，孙庆华，2007. 葡萄根瘤蚜抗性砧木研究进展（Ⅰ）. 中外葡萄与葡萄酒，3：25－29.］

Granett J，Goheen AC，Lider LA，White JJ，1987. Evaluation of grape rootstocks for resistance to type A and type B grape phylloxera. *Am. J. Enol. Vitic.*，38：298－330.

John A，Benedictis DE，Granett J，1993. Laboratory evaluation of grape roots as hosts of California grape phylloxera biotypes. *Am. J. Enol. Vitic.*，44(3)：285－291

King PD，Meekings JS，Smith SM，1982. Studies of the resistance of grapes (*Vitis* spp.) to phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*). *N. Z. J. Exp. Agric.*，10：337－344

Kocsis L，Granett J，Walker M. A，Lin H，Omer A. D，1999. Grape phylloxera populations adapted to *Vitis berlandieri* × *V. riparia* rootstocks. *Am. J. Enol. Vitic.*，50(1)：101－106

Makee H，Charbaji T，Ayyoubi Z. Idris I. 2004. Evaluating resistance of some rootstocks to grape phylloxera with *in vitro* and excised root testing systems. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*，40(2)：225－229.

Omer AD，Granett J，Kocsis L，Downie DA，1999. Preference and performance responses of California grape phylloxera to different *Vitis* rootstocks. *J. Appl. Ent.*，123：341－346

Wang SC，Zhong TR，2006. China Plant Quarantine Enchiridion. Beijing：China Agriculture Press.［王守聪，钟天润，2006. 全国植物检疫性有害生物手册. 北京：中国农业出版社］

YE J，Zheng JZ，Tang GL，2006. Risk of phylloxera were found in Shanghai. *Plant Quarantine*，2：98.［叶军，郑建中，唐国良，2006. 上海地区发现葡萄根瘤蚜危害. 植物检疫，2：98］

（责任编辑：袁德成）